

全国中等林业学校教材

微生物学

(第2版)

《微生物学》编写组 编

森林保护专业用

中国林业出版社



K 95
7.10

全国中等林业学校教材

微生物学

(第2版)

《微生物学》编写组 编

森林保护专业用



中国林业出版社

421966

主编 陈铁华 (浙江省林业学校)

编者 华颖姿 (山东省林业学校)

绘图 朱兴才 (陕西省林科所)
柳新红 (浙江省林业学校)

审稿 杨文博 (南开大学)

修 订 说 明

本书是根据1988年11月全国中等林业学校营林类教学大纲审定会议修订的森林保护专业《微生物学》教学大纲，对《微生物学》（全国中等林业学校试用教材）进行的第一次修订。在修订过程中，努力做到加强基础理论，反映微生物学的重要发展和实践中的新经验，提高教材的科学性和严谨性，力求内容深入浅出，使之适合中专学生学习使用。

与第一版对照，本版在以下几方面作了修订：①绪论中增添了微生物的特点及其与人类的关系；②微生物的形态结构方面，从应用角度阐述了真菌的类群，深化了病毒的基础理论知识；③微生物的遗传变异方面增添了经典实验和遗传工程的内容；④原第六、七章合并为一章《微生物在林业生产上的应用》，从整体上阐明微生物的生命活动对林木所产生的重要影响，本章还增添了部分食用菌栽培技术的内容；⑤更换并增添了一些更符合教材内容的图表；⑥补充了微生物的拉丁学名。

本书的原主编是陕西省农林学校穆振华，现由浙江省林业学校陈铁华负责修订，参加修订的还有山东省林业学校华颖姿。在修订过程中得到了浙江省林业学校陈根荣、胡一鸣、沈明道等同志的热情帮助。增补的图由浙江省林业学校柳新红绘制。天津南开大学杨文博副教授对本书进行了全面修改和严格审阅。在此，表示衷心感谢。

由于我们水平有限，本书难免会出现不妥和错误之处，
希望有关师生提出批评和指正。

陈铁华

1990年10月

第1版前言

本教材是根据1979年10月全国中等林校教材编写会议制订的森林保护专业《微生物学》教学大纲编写的。教材内容包括微生物的形态结构、营养代谢、生长发育、遗传育种、微生物生态、微生物在森保工作上的应用等。教材在注意基本知识、基础理论的同时，联系林业生产实际重视基本技能的训练，并介绍了近年来国内外某些研究成果。

本教材由陕西省农林学校穆振华（绪论、第1章）、浙江林校陈铁华（第2、4、5章）、山东林校华颖姿（第3、6、7章）三同志共同编写，由穆振华同志任主编。编写过程中得到中国科学院微生物研究所、林业部森保司、北京林学院、西北农学院、浙江林学院、山东农学院、西北大学以及各兄弟林校有关同志的热情帮助。陕西省林科所朱兴才同志为本书绘图。在此一并致谢。

初稿完成后，林业部教育司召开了审稿会议。经修改，在全国有关林校森保专业试用后，于1982年林业部教育司再次邀请兄弟林校有关同志进行审议，编者根据审议意见，进一步进行了修改。先后参加审议的有南京林产工业学院周湘泉、东北林学院张天伏、浙江农大莫文英、山东大学孙善图、辽宁林校石方昭、佟宝珍、山东林校秦克昶、洛阳林校赵自义、岳当珠、湖北林校吕昌仁、浙江林校胡一鸣、伊春林校高玉海等。

本课程在中等林校系初次开设，编者水平有限，对书中的缺点和错误希各校在试用中提出批评和指正。

编者

1983年10月

目 录

修订说明	(1)
第1版前言	(1)
绪论	(1)
一、微生物和微生物学	(1)
二、微生物的特点及其与人类的关系	(1)
三、微生物在生物界中的地位和分类、命名法	(5)
四、微生物学的发展概况	(7)
五、我国微生物学的成就	(11)
第一章 微生物的形态结构	(14)
第一节 细菌	(14)
一、细菌的形态和大小	(14)
二、细菌细胞的结构	(16)
三、细菌的繁殖	(27)
四、细菌菌落特征	(29)
五、细菌的分类	(30)
第二节 放线菌	(33)
一、放线菌的形态构造	(34)
二、放线菌菌落特征	(36)
三、放线菌的繁殖	(37)
四、放线菌的分类	(38)
第三节 真菌	(43)
一、真菌的基本特征	(44)
二、真菌的类群	(46)
第四节 病毒	(62)

一、病毒的基本特征	(63)
二、病毒的形态结构	(64)
三、病毒的繁殖	(68)
四、病毒的类别	(72)
第五节 类病毒和类菌质体	(78)
一、类病毒	(78)
二、类菌质体	(79)
第二章 微生物的营养	(82)
第一节 微生物的营养物质	(82)
一、微生物细胞的化学组成	(82)
二、微生物所需要的营养物质	(84)
第二节 微生物对营养物质的吸收	(87)
一、细胞膜的透性	(88)
二、微生物吸收营养物质的机理	(88)
第三节 微生物的营养类型	(92)
一、自养型微生物	(92)
二、异养型微生物	(94)
第四节 微生物的培养基	(97)
一、配制培养基的原则	(97)
二、培养基的类型	(100)
第三章 微生物的代谢	(104)
第一节 酶	(104)
一、酶的概念	(105)
二、酶的特性	(105)
三、酶的组成	(107)
四、影响酶反应的因素	(107)
五、酶的命名及分类	(109)
第二节 微生物的呼吸作用	(110)
一、微生物呼吸作用的概念	(110)
二、微生物呼吸作用的类型	(111)
三、微生物的能量	(118)

第三节 微生物的分解代谢	(121)
一、不含氮有机物的分解	(121)
二、含氮有机物的分解	(123)
三、含磷有机物的分解	(125)
四、含硫有机物的分解	(126)
第四节 微生物的合成代谢	(126)
一、碳水化合物的形成	(127)
二、脂类的形成	(127)
三、氨基酸和蛋白质的形成	(128)
四、核苷酸和核酸的形成	(128)
第五节 微生物的代谢产物	(128)
一、合成代谢产物	(129)
二、分解代谢产物	(129)
三、次生代谢产物	(129)
第四章 微生物的生长	(133)
第一节 微生物的群体生长	(133)
一、微生物的生长曲线	(134)
二、生长曲线在生产实践中的应用	(136)
第二节 微生物生长量的测定	(137)
一、测定单细胞微生物数量的方法	(138)
二、测定细胞物质量的方法	(139)
第三节 环境因素对微生物生长发育的影响	(140)
一、物理因素对微生物的影响	(142)
二、化学因素对微生物的影响	(145)
第四节 灭菌和消毒	(147)
一、物理消毒灭菌法	(148)
二、化学消毒灭菌法	(153)
第五章 微生物的遗传变异和菌种选育	(156)
第一节 微生物的遗传和变异	(156)
一、遗传和变异	(158)
二、微生物遗传和变异的特点	(157)

三、微生物遗传变异的物质基础	(158)
第二节 微生物菌种的选育	(171)
一、菌种的筛选	(172)
二、菌种的培育	(177)
第三节 菌种的复壮和保藏	(187)
一、菌种的保藏	(187)
二、菌种的衰退与复壮	(192)
第六章 微生物在林业生产上的应用	(197)
第一节 微生物在自然界的分布	(197)
一、微生物在土壤中的分布	(197)
二、微生物在水和空气中的分布	(200)
第二节 微生物间以及微生物与其他生物间的关系	(202)
一、微生物与林木之间的关系	(202)
二、微生物与昆虫之间的关系	(208)
三、微生物间的相互关系	(209)
第三节 微生物在自然界物质循环中的作用及其对土 壤有效肥力和林木营养的意义	(211)
一、微生物在碳素循环中的作用	(213)
二、微生物在氮素循环中的作用	(213)
三、微生物在磷素循环中的作用	(220)
四、微生物在硫素循环中的作用	(221)
第四节 微生物在林木病虫害防治方面的应用	(225)
一、以菌治虫	(225)
二、以菌治菌	(228)
第五节 林木与食用菌	(235)
一、双孢蘑菇	(238)
二、香菇	(241)
三、平菇	(244)
主要参考文献	(247)

绪 论

一、微生物和微生物学

微生物并非生物分类学上的名词，而是所有形体微小、结构简单，大多是单细胞，少数是多细胞，甚至没有细胞结构的低等生物的通称。微生物的类群十分庞杂，包括不具细胞结构的病毒；单细胞的细菌、放线菌；属于真菌的酵母菌、霉菌、蕈菌；单细胞藻类、原生动物等。这些微生物虽然形态不同，大小各异，但是，由于它们都是较为简单的、低等的生命形式，生活习性、繁殖方式、分类地位及分布范围又很近似，研究技术也基本相同，所以把它们归纳在微生物学的研究范围内。

微生物学是研究微生物及其生命活动的科学，研究的内容涉及微生物的形态结构、分类、营养代谢、生长发育、遗传变异、生态等方面。微生物学是森林保护专业的一门专业基础课，其任务是在阐明微生物的生命活动规律及其与林业生产的关系的基础上，发掘微生物资源，充分利用有益微生物的作用，控制有害微生物的活动，为林业生产服务，并为学习森林病理学、生物防治学等专业课奠定必要的理论基础和实验技能。

二、微生物的特点及其与人类的关系

微生物与其他生物一样，除具有一切生命活动的共同规

律，诸如新陈代谢、生长繁殖、遗传变异等等而外，还具有其自身的特点。它的生命活动与人类生活有密切的关系，对工、农、林业生产，环境净化与健康卫生有着极大的影响。

（一）种类多

微生物的种类繁多。据统计，目前已发现的微生物有10万种以上，其中真菌约10万种，细菌2000多种，放线菌1000多种。有人估计，这个数字仅为整个微生物数量的10%。我国国土辽阔，具备各种天然条件，微生物资源十分丰富，有待于我们进一步去发掘利用。

（二）分布广

微生物在自然界分布极为广泛，江河湖海、土壤矿层、大气上空、动植物体乃至人体体内、体表都有大量的微生物存在。由于土壤具有微生物生活所需要的各种营养物质、水分和氧气，所以是各种微生物的主要栖息场所。据估计，每克土壤中含有几亿到几十亿个微生物，一亩肥沃的土壤，在150cm深的表土内就含有300kg以上的真菌和细菌。土壤微生物是土壤肥力的重要因素，植物、动物以及人类的生存都直接间接地依赖于土壤肥力，而土壤肥力又决定于其中微生物的生命活动。土壤中的微生物在其生命活动过程中，不断地分解着动植物的排泄物及其残体，使大分子的有机物变为小分子物质和无机物；土壤中的硫、磷、钾、铁等化合物通过微生物的作用变成可溶性盐类；空气中的氮气（ N_2 ）经固氮微生物的作用变成化合态氮（ NH_3 ）……。这都大大提高了土壤肥力，为植物提供了可吸收利用的营养物质，对促进植物的生长发育起着重要的作用。

（三）繁殖快

微生物的繁殖速度要比动、植物快得多。有些细菌，例

如大肠杆菌在适宜的条件下每20到30分钟就能繁殖一代。按此速度计算，从理论上讲，它在24小时内可以繁殖72代，菌体数可达 47×10^{22} 个。培养4—5天所形成的大肠杆菌的重量将和地球相仿。但是随着菌体数目的增加，营养物质迅速消耗，代谢产物逐渐积累，pH值、温度、溶氧浓度均随之改变，适宜的环境是很难持久的。所以，微生物的繁殖速度和菌体数目不能以上述的理论计算数值。尽管如此，还是比高等生物的生长繁殖速度快千万倍。例如：培养酵母生产蛋白质，每8小时就可收获一次，若种大豆生产蛋白质，最短也要100天。利用微生物的这个特性，提供良好条件，对有益微生物进行人工培养，在很短时间内就能获得大量的微生物个体，可以生产出对人类有用的产品，如食品、药物、生物制品、化工原料、饲料、微生物农药等。

对于有害微生物来说，它们大量繁殖的结果，有些会导致人类、动植物病害的发生和流行。例如：1918年曾发生过世界上最大的一次流行性感胃传染病，将近5亿人口受到了感染，有200多万人死亡；1845年欧洲流行马铃薯晚疫病，使5/6的马铃薯被毁，导致爱尔兰岛800万居民受到饥饿的摧残，死亡约100万人，164万人逃荒到北美。有些微生物则会引起工业产品、农林副产品以及生活用品的霉腐、变味、变质。这些都给人类健康、工、农、林业生产带来巨大的危害。

（四）代谢能力强

虽然微生物个体很小，但表面积与体积的比值大，所以，它们能够迅速地从外界环境吸收营养物质和排出废物。从单位重量来看，微生物代谢强度比高等生物的代谢强度大几千倍至几万倍。例如1kg酿酒酵母在一天内可发酵几千公

斤糖，生成酒精；500kg的酵母菌，24小时能生产3000kg蛋白质，相当于一头500kg乳牛产生乳蛋白速度的700倍。微生物的这个特点使得它们在短时间内能把大量基质转化为有用产品，把有害物质化为无害，把不能用的物质分解为植物能吸收的肥料，这些都是极其有利的。当然，霉腐微生物在代谢强度增大以后，被破坏的物质也就越多。

由于微生物的生理及代谢类型多种多样，代谢活力强，所以它们已广泛地被应用在工、农、林业生产中。在应用上，有的是直接利用其菌体，例如：用于防治农林害虫的杀螟杆菌、白僵菌等微生物农药；可增加土壤肥力的根瘤菌、固氮菌和抑制土壤中致病菌孳生的“5406”放线菌等微生物菌肥；用于酿造、制药工业的酵母菌；美味的香菇、木耳、猴头菌等。有的是利用其代谢产物或代谢活动，例如酶制剂、抗生素、酒精、醋酸、乳酸、甘油、柠檬酸、丙酮、丁醇等。

（五）容易变异

由于微生物个体小，对外界环境条件敏感，因此当环境剧烈变化时，大多数个体易于死亡而被淘汰，少数个体发生变异而适应新的环境。这种变异通过一定的细胞分裂而在后代中显示出来。生产上利用这一特性，通过生产菌种的选育，可使单位产量大幅度地提高。例如：青霉素生产菌开始时每毫升发酵液只有几十个单位的青霉素，现经菌种诱变处理已提高到几万单位。微生物的这个特性，对于提高菌种的生产能力是非常有利的。

（六）培养简便

大多数微生物都能在常温常压下利用简单的营养物质生长，并在生长过程中积累代谢产物。利用微生物的这个特

点,采用廉价粗放的原料和简易的设备就可为人类生产出大量的食品、医药、化工原料等。例如:用山芋干生产酒精、柠檬酸,用豆饼粉和玉米粉生产抗生素,用木屑、棉子壳等废弃物生产木耳、香菇。这样就可以变废为宝,充分利用自然资源。

微生物具有的诸多特点使得它们在自然界物质循环中起着巨大的作用。自然界中的物质是处于由无机态转化为有机态,再由有机态转化为无机态的往复循环之中。植物是无机物有机质化的主体,而微生物则是有机质矿质化的主导者。地球上每年动物、植物的生成量可达5000亿t,在它们生命活动结束后,如果不是微生物将动植物残体进行分解并转换,使各种元素再回到自然界中去(以 CO_2 为例,其中90%以上是微生物生命活动所产生的),那么,土壤中累积的大分子物质不能被植物吸收利用,空气中有限的 CO_2 要不了几十年就会完全被植物光合作用耗尽,这样,一切生物都将无法生存。另外,地球上的废物如一直堆积下去,将会出现可怕而又难以想象的局面。可见微生物对世界文明和人类生存起到了多么重要的作用。

三、微生物在生物界中的地位和分类、命名法

(一) 微生物在生物界中的地位

在生物学发展的历史上,曾把一些类群如藻类、真菌、细菌等归属于植物界,另有一些类群如原生动物归属于动物界。但有些细菌可运动又行光合作用,将它们归于植物界或动物界均不适宜。因此,早在19世纪70年代,就有人主张微生物不属于动物界,也不属于植物界,应独立为微生物界或原生生物界。1969年魏塔克(Whittaker)首先提出了五界系统,他将所有具有细胞结构的生物分为原核生物界(包括

421966

细菌与蓝藻)、原生生物界(包括大多数藻类与原生动物)、真菌界(包括酵母菌与霉菌等)、植物界和动物界五界。近年来,我国学者提出无细胞结构的病毒应看作一界。微生物在六界中占有四界,显示了微生物在自然界中的重要地位。

(二) 微生物的命名

微生物的分类单位与高等生物一样,依次分为门、纲、目、科、属、种。每一种微生物也同样有一定的学名。但是由于微生物的形体微小,结构简单,又容易变异,因此在高等生物分类中能应用的方法在微生物分类上就不一定适用。微生物的分类比较复杂,命名也显得有些杂乱。

微生物的命名也采用林奈氏双名法,即每种微生物的学名均依属名、种名而命名。属名居前,通常是一个描述微生物形态的名词,第一个字母要大写。种名位后,用形容词,通常表示该菌种的某种特征,如颜色、形状、来源、生理特性、寄主等,第一个字母不用大写。例如金黄色葡萄球菌的学名是“*Staphylococcus aureus*”,前一个是属名,是“葡萄球菌”的意思,后一个是种名,表示“金黄色”的意思。因为微生物的种类繁多,有时会发生同物异名或同名异物的现象,为了避免混乱和误解,在种名之后加上定名人的姓名,这样,金黄色葡萄球菌的全称就是“*Staphylococcus aureus* Rozenbach”,这是由Rozenbach命名的金黄色葡萄球菌。有时只表示某一属的菌,未指明具体的种,则在属名后面加sp. 或spp. 表示(sp. 表示单数, spp. 表示复数,都是种——species的缩写)。如*Staphylococcus* sp. 或*Arthrobacter* spp. 表示葡萄球菌或节细菌的意思。种内变种的命名是在该种后加变种名称,并在变种名称前加var.

(Var. 为variety的缩写),其意为变种。在微生物的学名